

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001179677  
PUBLICATION DATE : 03-07-01

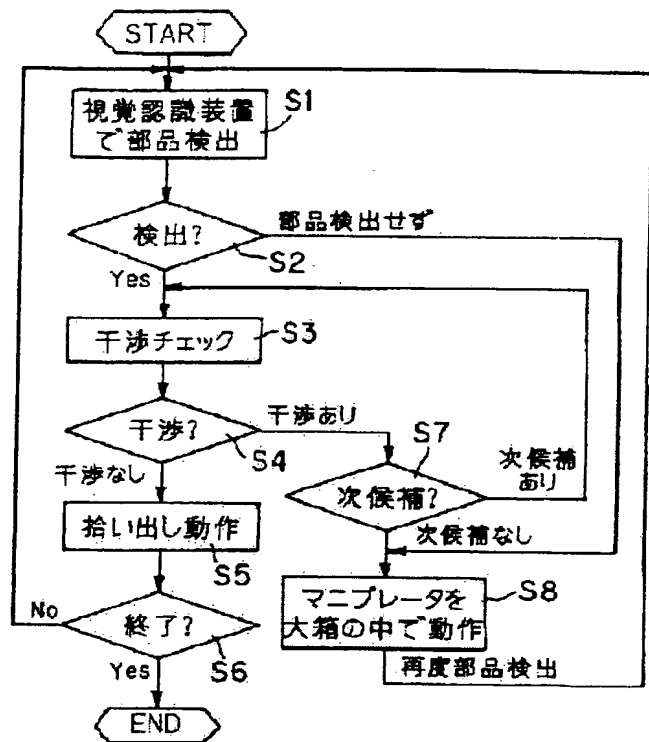
APPLICATION DATE : 21-12-99  
APPLICATION NUMBER : 11362235

APPLICANT : MEIDENSHA CORP;

INVENTOR : FUJIWARA NOBUYUKI;

INT.CL. : B25J 19/06 B25J 13/08

TITLE : BIN PICKING DEVICE



本発明のビンピッキング作業のフローチャート

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a bin picking device capable of efficiently changing a situation with a single scraping operation.

SOLUTION: In this bin picking device, when a visual recognition device fails to detect an object or when it is concluded that all objects detected by the visual recognition device cannot be picked up from a result of an interference check, a manipulator is operated inside a box for performing again detection of parts by the visual recognition device and continuing picking work. The device is featured by that when it is concluded that the object detected by the visual recognition device cannot be picked up from the result of the interference check, the manipulator is operated from a position where interference does not occur on a straight line connecting the object detected by the visual recognition device and a center of the box.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-179677  
(P2001-179677A)

(43) 公開日 平成13年7月3日 (2001.7.3)

(51) Int. Cl.

識別記号

F I

ページ (参考)

B 2 5 J 19/06

B 2 5 J 19/06

3 F 0 5 9

13/08

13/08

A

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-362235

(22) 出願日 平成11年12月21日 (1999. 12. 21)

(71) 出願人 000006105

株式会社明電舎

東京都品川区大崎2丁目1番17号

(72) 発明者 阿部 清秀

東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会  
社明電舎内

(73) 発明者 森 宣仁

東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会  
社明電舎内

(74) 代理人 100078499

弁理士 光石 俊郎 (外2名)

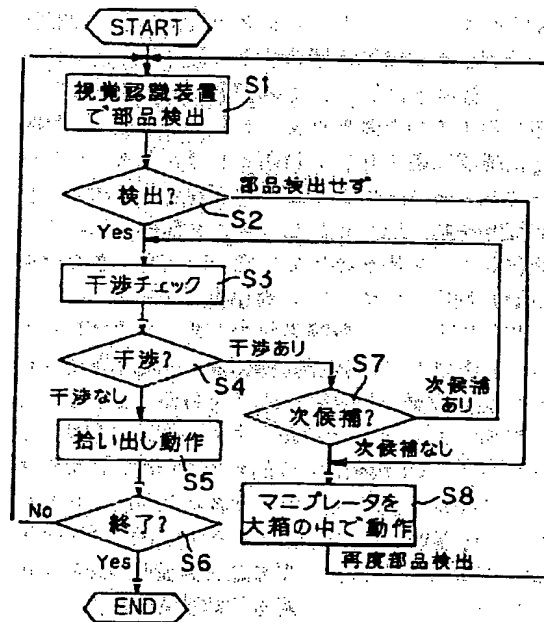
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ビンピッキング装置

(57) 【要約】

【課題】 1回のかき寄せ動作で効率良く状況を変えることができるビンピッキング装置を提供するにある。

【解決手段】 視覚認識装置が対象物を検出できなかった時、または視覚認識装置が検出したすべての対象物が干渉チェックの結果拾い出しできないと判断されたとき、マニプレータを箱の中で動作させて、視覚認識装置で部品の検出を再度行い拾い出し作業を継続することを特徴とするビンピッキング装置において、視覚認識装置が検出した対象物が干渉チェックの結果拾い出しできないと判断されたときに、視覚認識装置が検出した対象物の位置と箱の中央を結んだ直線上の干渉が起こらない位置からマニプレータを動作させることを特徴とする。



本発明のビンピッキング作業のフローチャート

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 対象物が入った箱を見下ろすように上方に設置した2台のカメラ、視覚認識装置、ロボットマニプレータ及びロボットコントローラとで構成し、カメラからの映像を元に視覚認識装置が対象物を検出してその3次元的な位置と姿勢を計測し、通信回線を介してロボットコントローラに送られた計測結果を元にマニプレータが対象物を拾い出すロボットシステムに関し、視覚認識装置が計測した対象物を把持すると仮定したときのマニプレータの姿勢を計算し、その姿勢におけるマニプレータと箱との干渉の有無をチェックし、干渉なしと判断した場合に通信回線を介してロボットコントローラに計測結果を送ることで、マニプレータが箱と干渉することなしに対象物を拾い出すビンピッキング装置において、視覚認識装置が対象物を検出できなかった時、または視覚認識装置が検出したすべての対象物が干渉チェックの結果拾い出せないと判断されたとき、マニプレータを箱の中で動作させて、視覚認識装置で部品の検出を再度行い拾い出し作業を継続することを特徴とするビンピッキング装置において、視覚認識装置が検出した対象物が干渉チェックの結果拾い出せないと判断されたときに、視覚認識装置が検出した対象物の位置と箱の中央を結んだ直線上の干渉が起こらない位置からマニプレータを動作させることを特徴とするビンピッキング装置。

【請求項2】 対象物が入った箱を見下ろすように上方に設置した2台のカメラ、視覚認識装置、ロボットマニプレータ及びロボットコントローラとで構成し、カメラからの映像を元に視覚認識装置が対象物を検出してその3次元的な位置と姿勢を計測し、通信回線を介してロボットコントローラに送られた計測結果を元にマニプレータが対象物を拾い出すロボットシステムに関し、視覚認識装置が計測した対象物を把持すると仮定したときのマニプレータの姿勢を計算し、その姿勢におけるマニプレータと箱との干渉の有無をチェックし、干渉なしと判断した場合に通信回線を介してロボットコントローラに計測結果を送ることで、マニプレータが箱と干渉することなしに対象物を拾い出すビンピッキング装置において、視覚認識装置が対象物を検出できなかった時、または視覚認識装置が検出したすべての対象物が干渉チェックの結果拾い出せないと判断されたとき、マニプレータを箱の中で動作させて、視覚認識装置で部品の検出を再度行い拾い出し作業を継続することを特徴とするビンピッキング装置において、予め箱の中を小領域に分割しておき、他ワークとの干渉により部品の拾い出しに失敗する毎に、どの領域で他ワークとの干渉により拾い出しが失敗したのかを判断し各小領域毎にその領域での干渉回数を計数して記憶しておき、視覚認識装置が対象物を検出できなかったとき、または視覚認識装置が検出したすべての対象物が干渉チェックの結果拾い出せないと判断されたときに、各小領域の中で他ワークとの干渉に

より拾い出しが失敗した数が最も多い小領域の位置にマニプレータのハンドを移動させ、これを箱の中央方向に移動させるようにマニプレータを動作させることを特徴とするビンピッキング装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ビンピッキング装置に関する。詳しくは、カメラを利用して画像処理により対象物を検出して位置を計測し、その検出した対象物をマニプレータで拾い上げるロボットシステムに関するもので、特に箱の中にランダムに入れられた対象物を拾い上げる「ビンピッキング」作業を実現する装置に関するものである。

## 【0002】

【背景技術】カメラを利用して、画像処理により対象物を検出して位置を計測し、その検出した対象物をマニプレータで拾い上げるロボットシステム、および箱の中にランダムに入れられた対象物を拾い上げる「ビンピッキング」作業を実現する装置に関しては多くの研究報告があり、我々もこれまでに文献1（「閉曲線のマッチングによる視覚ベースハンドリングシステム」電気学会論文誌D産業応用部門誌平成10年3月号、118巻3号、pp. 371～376、1998年）などで報告した実績がある。

【0003】文献1のハンドリングシステムを図5に示す。図5に示すように、対象物の上方に設置した2台のカメラ01、02、視覚認識装置03、ロボットマニプレータ04及びロボットコントローラ05とで構成し、カメラ01、02の映像を元に視覚認識装置03が対象物を検出してその3次元的な位置と姿勢を計測し、通信回線06を介してロボットコントローラ05に送られた計測結果を元にマニプレータ04が対象物をハンドリングする。これにより箱の中にランダムに入れられた対象物を、機械的な位置決めなど他の手段を用いることなくハンドリングすることが可能になった。

【0004】ところで、文献1のシステムには、視覚認識装置03が対象物を検出しても、把持時にマニプレータ04が箱に干渉するなどしてハンドリングに失敗することがあった。これに対処する方法として、文献2（特願平10-206051号、10-206053号）を提案している。これは、マニプレータと箱の干渉を予め計算により予測し、干渉する可能性のある場合はその部品を把持せず、視覚認識装置が検出した他の部品を把持する方法である。

【0005】文献1のシステムに文献2の干渉チェックを導入したビンピッキングシステムに関しては、文献3（「ハンドの干渉チェックを考慮した視覚ベースのビンピッキング」平成10年電気学会産業応用部門全国大会講演論文集[I]、pp. 451～452、1998）で報告した。即ち、図5のシステム構成において、視覚

認識装置03が対象物を検出してその3次元的位置と姿勢を計測し、これを把持すると仮定したときのマニプレータ04の姿勢を計算し、その姿勢におけるマニプレータ04の各部と箱との干渉の有無をチェックし、干渉なしと判断した場合に通信回線06を介してロボットコントローラ05に計測結果を送信することでマニプレータ04が箱と干渉することなしに対象物をハンドリングする。

【0006】このハンドリングシステムには以下の利点がある。即ち、

- ①部品の位置と姿勢の検出を視覚認識装置03が行うので、機械的な位置決め装置が不要である。さらに部品の変更時にも視覚認識装置03の設定変更で対処できる。
- ②機械的な位置決め装置を使用しないときに、通常は必要となる人手による所定位置への部品の設置作業がいらないので、自動運転が可能である。
- ③2台のカメラ01、02を使用して部品の3次元的位置と姿勢を計測するので、箱にランダムに入れられた部品を拾い出すことができる。
- ④特に箱に入れられた部品を視覚認識装置03で検出しマニプレータ04で拾い出す作業では、部品の位置によってはマニプレータ04が箱と干渉することがあり、通常は緊急停止して作業員が復帰操作をしなければならないが、本システムでは予めマニプレータ04と箱との干渉をチェックして干渉のない部品のみを拾い出すので、システムを止めない自動運転が可能となった。

【0007】さらに、文献4（「ビンピッキング装置」特願平11-65858号）では、視覚認識装置03が対象物を検出できなかったとき、または視覚認識装置03が検出した全ての対象物が干渉チェックの結果拾い出できないと判断されたときに、特定の方案によりマニプレータ04を箱の中で動作させて、視覚認識装置03で部品の検出を再度行い、拾い出し作業を継続する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、文献3のビンピッキングシステムには、以下に示す問題点が存在する。第一に、視覚認識装置03が検出した対象物の全てが干渉チェックにより拾い出できないと判断された場合には、ハンドリング作業を継続できない。視覚認識装置03が検出した対象物の位置と姿勢を計測した結果、前述の干渉チェックにより、これを拾う位置にマニプレータ04を移動できないケースが存在する。

【0009】文献2の方式によれば、視覚認識装置03が検出した1つの部品が干渉チェックにより把持不能と判断した場合は、視覚認識装置03は次の候補を検出して位置姿勢の計測を行うのであるが、次の候補もまたその次の候補も把持不能と判断される可能性がゼロではないので、視覚認識装置03が検出した対象物の全てが干渉チェックにより拾い出できないと判断される可能性もまたゼロではない。第二に、視覚認識装置03が対象

物を検出できなかった場合には、ハンドリング作業を継続できない。

【0010】文献3のシステムは、視覚認識装置03が対象物を検出した場合に初めてその対象物を拾い出すことができるシステムなので、視覚認識装置03が対象物を検出できなかった場合にはハンドリング作業を進めることができない。視覚認識装置03の対象物の検出方法は文献1と文献3で記述しているモデルベースマッチング法で照明条件など計測条件の変動の影響を受けにくい手法ではあるが、どのような条件でも100%の対象物を検出できるわけではないので、視覚認識装置03が対象物を検出できない可能性もまたゼロではない。

【0011】第一、第二の場合でハンドリング作業を継続できない状況になったときはビンピッキングシステムの自動運転作業を一旦終了しなければならない。通常は自動運転が停止した場合、装置が警報を発しオペレータがこれに対応して運転再開の処置を施すことになる。自動運転の停止は製造ラインの運転効率を下げる直接的な要因になるので、そうならない対策が必要である。

【0012】

【課題を解決するための手段】斯かる目的を達成する本発明の請求項1に係るビンピッキング装置は、対象物が入った箱を見下ろすように上方に設置した2台のカメラ、視覚認識装置、ロボットマニプレータ及びロボットコントローラとで構成し、カメラからの映像を元に視覚認識装置が対象物を検出してその3次元的位置と姿勢を計測し、通信回線を介してロボットコントローラに送られた計測結果を元にマニプレータが対象物を拾い出すロボットシステムに関し、視覚認識装置が計測した対象物を把持すると仮定したときのマニプレータの姿勢を計算し、その姿勢におけるマニプレータと箱との干渉の有無をチェックし、干渉なしと判断した場合に通信回線を介してロボットコントローラに計測結果を送ることで、マニプレータが箱と干渉することなしに対象物を拾い出すビンピッキング装置において、視覚認識装置が対象物を検出できなかった時、または視覚認識装置が検出したすべての対象物が干渉チェックの結果拾い出できないと判断されたとき、マニプレータを箱の中で動作させて、視覚認識装置で部品の検出を再度行い拾い出し作業を継続することを特徴とするビンピッキング装置において、視覚認識装置が検出した対象物が干渉チェックの結果拾い出できないと判断されたときに、視覚認識装置が検出した対象物の位置と箱の中央を結んだ直線上の干渉が起こらない位置からマニプレータを動作させることを特徴とする。

【0013】上記目的を達成する本発明の請求項2に係るビンピッキング装置は、対象物が入った箱を見下ろすように上方に設置した2台のカメラ、視覚認識装置、ロボットマニプレータ及びロボットコントローラとで構成し、カメラからの映像を元に視覚認識装置が対象物を検

出してその3次元的位置と姿勢を計測し、通信回線を介してロボットコントローラに送られた計測結果を元にマニプレータが対象物を拾い出すロボットシステムに関し、視覚認識装置が計測した対象物を把持すると仮定したときのマニプレータの姿勢を計算し、その姿勢におけるマニプレータと箱との干渉の有無をチェックし、干渉なしと判断した場合に通信回線を介してロボットコントローラに計測結果を送ることで、マニプレータが箱と干渉することなしに対象物を拾い出すピンビッキング装置において、視覚認識装置が対象物を検出できなかった時、または視覚認識装置が検出したすべての対象物が干渉チェックの結果拾い出しできないと判断されたとき、マニプレータを箱の中で動作させて、視覚認識装置で部品の検出を再度行い拾い出し作業を継続することを特徴とするピンビッキング装置において、予め箱の中を小領域に分割しておき、他ワークとの干渉により部品の拾い出しに失敗する毎に、どの領域で他ワークとの干渉により拾い出しが失敗したのかを判断し各小領域毎にその領域での干渉回数を計数して記憶しておき、視覚認識装置が対象物を検出できなかったとき、または視覚認識装置が検出したすべての対象物が干渉チェックの結果拾い出しできないと判断されたときに、各小領域の中で他ワークとの干渉により拾い出しが失敗した数が最も多い小領域の位置にマニプレータのハンドを移動させ、これを箱の中央方向に移動させるようにマニプレータを動作させることを特徴とする。

#### 【0014】

##### 【発明の実施の形態】1) 基本的な考え方

本発明のベースは文献4であり、本発明は文献4の実施例4を発展させたものである。即ち、本発明は、対象物が入った箱を見下ろすように上方に設置した2台のカメラ、視覚認識装置、ロボットマニプレータ及びロボットコントローラとで構成し、カメラからの映像を元に視覚認識装置が対象物を検出してその3次元的位置と姿勢を計測し、通信回線を介してロボットコントローラに送られた計測結果を元にマニプレータが対象物を拾い出すロボットシステムに関し、視覚認識装置が計測した対象物を把持すると仮定したときのマニプレータの姿勢を計算し、その姿勢におけるマニプレータと箱との干渉の有無をチェックし、干渉なしと判断した場合に通信回線を介してロボットコントローラに計測結果を送ることで、マニプレータが箱と干渉することなしに対象物を拾い出すピンビッキング装置において、視覚認識装置が対象物を検出できなかった時、または視覚認識装置が検出したすべての対象物が干渉チェックの結果拾い出しできないと判断されたとき、マニプレータを箱の中で動作させて、視覚認識装置で部品の検出を再度行い拾い出し作業を継続することを特徴とするピンビッキング装置である。

【0015】本発明のフローチャートを図1に示す。図

1に示すように、カメラからの映像を元に視覚認識装置が対象物を検出して(ステップS1)その3次元的位置と姿勢を計測できたときは(ステップS2)、視覚認識装置が計測した対象物を把持すると仮定したときのマニプレータの姿勢を計算し、その姿勢におけるマニプレータと箱との干渉の有無をチェックし(ステップS3)、干渉なしと判断した場合には(ステップS4)、通信回線を介してロボットコントローラに計測結果を送ることで、マニプレータが箱と干渉することなしに対象物を拾い出す一方(ステップS5)、視覚認識装置が対象物を検出できなかった時(ステップS2)、または視覚認識装置が検出したすべての対象物について次候補がなくなるまで(ステップS7)、繰り返し干渉チェックを行った結果(ステップS3)、干渉のために拾い出しできないと判断されたとき(ステップS4)、マニプレータを箱の中で動作させて(ステップS8)、視覚認識装置により部品の検出を再度行い、干渉なしと判断された全ての対象物について繰り返し拾い出し作業を行うことにより(ステップS5)、全作業を終了する(ステップS6)。

【0016】本発明の特徴は、ステップSにおいて視覚認識装置が対象物を検出できなかったときにマニプレータを箱の中で動作させる点である。この動作により箱の中の部品が移動し、姿勢が変わることが期待できる。これにより視覚認識装置で部品の検出を再度行えば、視覚認識装置が対象物を検出できる可能性があり、拾い出し作業を継続できる。仮に1回の動作で結果として視覚認識装置が対象物を検出するに至らなかった場合も、再度マニプレータを箱の中で動作させて、視覚認識装置で部品の検出を再度行う動作を継続することで、自動運転を終了することなしにハンドリング作業を継続することが可能な点は大きな利点である。

#### 【0017】2) マニプレータの動作の実施例1(新かき寄せ動作)

本発明を適用した箱の中でのマニプレータの動作方法の第1の実施例を説明する。第1の実施例は、本発明のピンビッキング装置において、視覚認識装置が対象物を検出しているが、検出したすべての対象物が干渉チェックの結果拾い出しできないと判断されたときに、視覚認識装置が検出した対象物の1つ、例えば、検出された複数の部品のうち最も上にある物と箱の中央を結んだ直線をスキャンして、干渉チェックを繰り返し、干渉なくかき寄せ動作が行える動作点を求め、その動作点にマニプレータのハンドを移動させ、これを箱の中央方向に移動させるようにマニプレータを動作させるピンビッキング装置である。

【0018】新かき寄せ動作の概念図を図2に示す。同図中、矢印に沿って干渉チェックを繰り返し実施し、干渉が発生しない位置(図中破線で示す限界位置)が検出できた場合にマニプレータを動作させるものである。本

実施例の特徴は、視覚認識装置が拾い出し可能な対象物を検出できずに、なおかつ視覚認識装置が検出したが干渉チェックにより把持不能と判断した部品の位置で動作もできない場合に、対象部品の把持位置とかき寄せ処理終点位置との経路上を探索して干渉がなく動作できる位置で動作させる点である。この動作により、対象部品のほんの一部にでも接触することができれば状況（その位置・姿勢）が変わることが期待できる。これにより、視覚認識装置で部品の検出を再度行えば、視覚認識装置が対象物を検出できる可能性があり、拾い出し作業を継続できる。

【0019】3) マニプレータの動作の実施例2（新かき混ぜ動作）

本発明を適用した箱の中でのマニプレータの動作方法の第2の実施例を説明する。第2の実施例は、本発明のビンピッキング装置において、予め箱の中を小領域に分割しておき、他ワークとの干渉により部品の拾い出しに失敗する毎に、どの領域で他部品と干渉が生じたのかを判断し、各小領域毎にその領域から他部品との干渉により拾い出しに失敗した回数を計数して記憶しておき、視覚認識装置が対象物を検出できなかったとき、または、視覚認識装置が検出した全ての対象物が干渉チェックの結果拾い出しが出来ないと判断された時に、各小領域の中で他ワークとの干渉が発生して拾い出しに失敗した回数が最も多い小領域の位置にマニプレータのハンドを移動させ、これを箱の中央方向に移動させるようにマニプレータを動作させるビンピッキング装置である。

【0020】小領域の分割例を図3に、動作の概念図を図4に示す。本実施例の特徴は、図3に示すように、箱の中を4×6に分割して小領域1-1、1-2、...、4-6とし、視覚認識装置が対象物を検出できなかったときに、他ワークとの干渉が多く発生した場合には最も部品が残っていると予想できることから、マニプレータをこの領域で動作させる点である。この動作により重なり合うなどして視覚認識装置で検出できなかった部品が中央付近の位置（図中黒丸で示す）に移動し、姿勢も変わることが期待できる。これにより、視覚認識装置で部品の検出を再度行えば、視覚認識装置が対象物を検出できる可能性があり、拾い出し作業を継続できる。

【0021】

【発明の効果】以上、実施例に基づいて具体的に説明したように、本発明は、カメラを利用して画像処理により対象物を検出してその位置を計測しマニプレータで検出した対象物を拾い上げるロボットシステムに関するもので、視覚認識装置が計測した対象物を把持すると仮定したときのマニプレータの姿勢を計算し、その姿勢におけるマニプレータの各部と箱との干渉の有無をチェック

し、干渉なしと判断した場合にマニプレータが箱と干渉することなしに対象物を拾い出すビンピッキング装置において視覚認識装置が対象物を検出できなかったときに、マニプレータを箱の中で動作させて、視覚認識装置で部品の検出を再度行い、拾い出し作業を継続するビンピッキング装置である。従って、本発明によれば、以下の効果を奏する。

①視覚認識装置が対象物を検出できなかったときに、マニプレータを箱の中で動作させることにより箱の中の部品が移動し、姿勢が変わることが期待できるため、視覚認識装置で部品の検出を再度行えば、視覚認識装置が対象物を検出できる可能性があり、拾い出し作業を継続できる。

②実施例1の方法によれば、視覚認識装置が拾い出し可能な対象物を検出してはいるのだが、検出したすべての対象物が干渉チェックの結果拾い出しできないと判断されたときに、視覚認識装置が検出した対象物の位置と箱の中央を結んだ直線上の干渉が起こらない位置で動作させることにより、その部品が直接中央付近の把持しやすい位置に移動し、姿勢も変わることが期待でき、視覚認識装置で部品の検出を再度行えば、視覚認識装置が対象物を検出できる可能性があり、拾い出し作業を継続できる。文献4ではこうした場合には、かき混ぜ動作しか行えなかったため効率が悪かったが、本実施例を採用することで1回のかき寄せ動作で、状況を変えることができる効果がある。

③実施例2の方法によれば、箱の内部を小領域に分割し、その小領域について視覚認識装置が対象物を検出したが他ワークとの干渉により拾い出しできなかった回数を計測することにより、部品が重なり合っている小領域を予測することが可能で、その部分の部品を移動することにより効率的に部品が移動し姿勢が変わることが期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のビンピッキング作業のフローチャートである。

【図2】新かき寄せ動作の概念図である。

【図3】箱中の小領域分割例を示す説明図である。

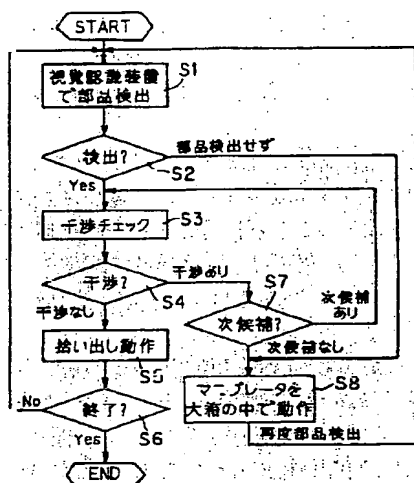
【図4】新かき混ぜ動作の概念図である。

【図5】ハンドリングシステムの構成図である。

【符号の説明】

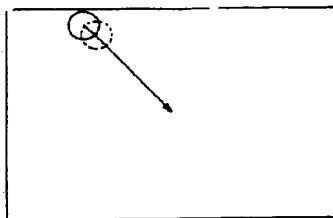
- 01, 02 カメラ
- 03 視覚認識装置
- 04 ロボットマニプレータ
- 05 ロボットコントローラ
- 06 通信回線

【図1】



本発明のビンピッキング作業のフローチャート

【図2】



○ 検出位置

○ 干渉なく動作できる限界位置

この位置からかき寄せ動作を開始する

新かき寄せ動作の概念図

【図3】

1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6
2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6
3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6
4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6

箱中の小領域分割例

【図4】

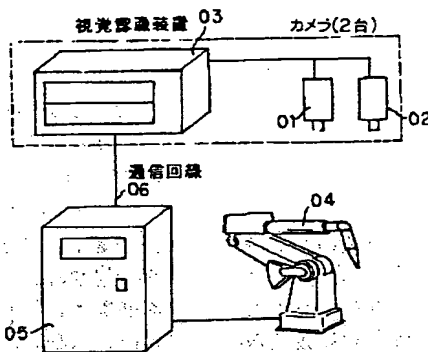
1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6
2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6
3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6
4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6

○ かき寄せ終点

□ かき寄せ始点

新かき寄せ動作概念図

【図5】



ハンドリングシステムの構成図

フロントページの続き

(72)発明者 藤原 伸行  
東京都品川区大崎二丁目1番17号 株式会社  
社明電舎内

Fターム(参考) 3F059 AA01 DA08 DB02 DB09 FA03  
FA05 FB12

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**